



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2012

---

## **Warum ist die Atmung während der Anästhesie von Pferden so ein Problem?**

Mosing, Martina

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-91914>

Scientific Publication in Electronic Form

Originally published at:

Mosing, Martina (2012). Warum ist die Atmung während der Anästhesie von Pferden so ein Problem? Schweiz: Verein Forschung für das Pferd.

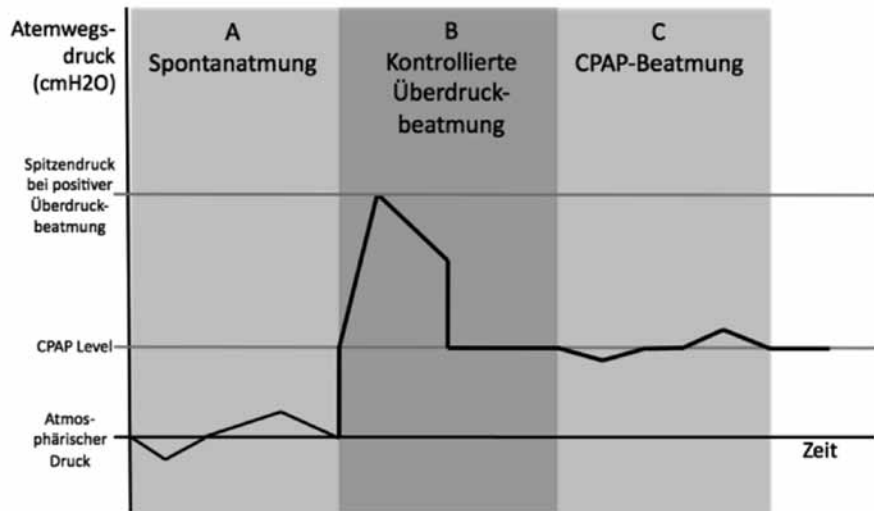
Abb. 2:

Atemwegsdrücke während verschiedener Atemmodi.

**A Spontanatmung:** In diesem Modus fluktuiert der Atemwegsdruck um den Nullpunkt. Der Druck wird negativ während des Einatmens und positiv während des Ausatmens.

**B Kontrollierte Überdruckbeatmung:** Hier wird das Gas unter Anwendung eines Spitzendrucks in die Lunge hineingeblasen. Ist das eingestellte Volumen verabreicht, stoppt das Beatmungsgerät und der Druck fällt rasch ab. Es kann – wie hier dargestellt – auch während und am Ende des Ausatmens ein positiver Druck in den Atemwegen beibehalten werden.

**C CPAP Beatmung:** Das Beatmungsgerät hält einen positiven Druck in den Atemwegen aufrecht, der vom Anästhesisten bestimmt wird. Das Pferd atmet spontan auf diesem Druckniveau. Die Druckkurve sieht aus wie bei der Spontanatmung, nur auf einem etwas höheren Drucklevel.



Sauerstoffgehalt im Blut und dem Lungenbläschen gleich ist. In der Anästhesie werden allerdings meist höhere Sauerstoffkonzentrationen in der einzuatmenden Luft verwendet, als in der normalen Luft vorhanden sind. Dieser hohe Anteil an Sauerstoff soll eine mögliche Hypoxie verhindern. Unglücklicherweise wird jedoch durch diesen hohen Anteil an Sauerstoff soviel Gas aus den Lungenbläschen absorbiert, die hinter einem kollabierten, zuleitendem Atemweg liegen, dass diese ebenfalls kollabieren, bevor sich ein Gleichgewicht zwischen Blut und Lungenbläschen einstellen kann (Absorptionsatelektase).

### Kompression des Lungengewebes (Kompressionsatelektasen)

Ein Kollaps von Lungenbereichen, der durch Druck auf die Lunge entsteht, wird als Kompressionsatelektase bezeichnet. Selbst beim Menschen kommt es allein durch die Schwerkraft und durch die Kompression des Lungengewebes durch die Bauchorgane innerhalb weniger Minuten nach der Einleitung einer Anästhesie zu Kompressionsatelektasen im Bereich der unterliegenden Lungenteile und des Zwerchfells. Durch die enorme Grösse der Lunge beim Pferd spielt die Schwerkraft eine noch größere Rolle. Innerhalb von nur 15

Minuten nach Einleiten der Anästhesie können bis zu einem Drittel der unterliegenden Lungenteile kollabieren<sup>4</sup>. Zusätzlich wird durch die Form des Zwerchfells beim Pferd in Rückenlage ein grosser Anteil der Lunge direkt von den Organen des Bauchraums komprimiert<sup>5</sup>. Dieses Phänomen wird bei Kolikpferden durch das Aufblähen dieser Organe noch verstärkt. Hingegen haben Pferde, die vor der Anästhesie lang gefastet wurden, weniger Kompressionsatelektasen.

### Verlust des Surfactant-Faktors oder dessen Funktion

Der sogenannte Surfactant-Faktor wird in den Lungenbläschen gebildet und stabilisiert die Alveole. Er bewirkt, dass die Lungenbläschen beim Ausatmen nicht kollabieren und verkleben und dass sich eine kleine Alveole mit einer hohen Oberflächenspannung nicht in eine grosse Alveole entleert, sondern sich alle Alveolengrössen gleichmässig füllen. Der Einsatz von Anästhetika und eine kontrollierte Beatmung beeinflussen dabei die Funktion und Freisetzung des Surfactant-Faktors<sup>6</sup>. Obwohl für das Pferd keine speziellen Untersuchungen über die Beeinflussung des Surfactant-Faktors während der Anästhesie vorliegen, kann angenommen werden, dass es sich ähnlich wie beim Menschen verhält.

### Verringerung der Hypoxie beim Pferd

Seit Jahrzehnten wird mit verschiedene Methoden versucht, der Hypoxie in der Anästhesie beim Pferd entgegenzuwirken. Dabei wurde versucht entweder durch eine kontrollierte Beatmung das Entstehen von Atelektasen zu verhindern oder bereits entstandene Atelektasen «aufzusprengen».

Die kontrollierte Beatmung zur Verhinderung von Atelektasen hat jedoch einen bedeutenden Nebeneffekt: um das Gasgemisch in die Lungen zu bringen, muss ein positiver Druck verwendet werden (Abb. 2). Dieser positive Druck wird in die Atemwege, Alveolen und alle anderen Organe im Brustkorb übertragen. Dadurch werden vor allem die grossen, relativ dünnwandigen Venen im Brustkorb komprimiert und somit der Blutrückfluss zum Herzen vermindert. Dies führt wiederum zu einem verminderten Herzauswurf und damit zu einem reduzierten Herzminutenvolumen. Da dieses bei der Anästhesie schon durch die Wirkung der Anästhetika selbst verringert ist, kann eine zusätzliche Verminderung für das kardiovaskuläre System des Pferdes fatal sein. Für den Anästhesisten gilt es deshalb, eine gute Balance zwischen der Entstehung der Hypoxie durch Atelektasen, dem Druck für die kontrollierte Beatmung und

der Aufrechterhaltung des kardiovaskulären Systems zu finden.

Ist die Lunge erst einmal kollabiert, müssen sehr hohe Drücke angewendet werden, um atelektatischen Lungenbereiche wieder «öffnen» zu können. Das Anwenden dieser hohen Drücke für einige Atemzüge wird «Recruitment Manöver» genannt<sup>7</sup>. Die Beeinflussung des kardiovaskulären Systems ist dabei zwar nur von kurzer Dauer – aber unverhältnismässig grösser als die Anwendung einer konventionellen kontrollierten Beatmung. Bis heute liegen keine schlüssigen Studien über die Beeinflussung des kardiovaskulären Systems beim Pferd während des «Recruitment Manöver» in der Anästhesie vor, weshalb dieses auch nur selten klinisch angewendet wird.

### «Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)»

Das erklärte Ziel ist es also, mit einem möglichst niedrigen Druck ein Offenhalten der Lunge zu erreichen, ohne das kardiovaskuläre System signifikant zu beeinflussen. In der Humanmedizin wird zu diesem Zweck seit vielen Jahren der sogenannte «Continuous Positive Airway Pressure»-Modus (CPAP; kontinuierlicher, positiver Beatmungsdruck) verwendet. Dabei atmet der Patient spontan, allerdings wird mit speziellen Geräten der Atemwegsdruck kontinuierlich auf einem positiven Drucklevel gehalten (Abb. 2). So können die Atemwege und Lungenbläschen offen gehalten werden, obwohl der Druck in der Lunge pro Zeiteinheit bedeutend geringer ist als bei der konventionellen kontrollierten Beatmung, was wiederum in verringerten, negativen Auswirkungen auf das kardiovaskuläre System resultiert.

Der CPAP-Modus wird beispielsweise auch verwendet, um das Kollabieren der Atemwege während der Nacht bei starken schnarchenden Menschen zu verhindern, die einen

kurzfristigen Atemstillstand während des Schlafs (= Schlaf-Apnoe) zeigen. Diese Menschen leiden unter mannigfaltigen Symptomen in ihrem täglichen Leben, weil die Schlaf-Apnoe nicht nur ihren Schlaf unterbricht, sondern auch eine vorübergehende Hypoxie bewirkt. Eine nächtliche Atemmaske über der Nase und ein kleines CPAP-Gerät am Nachttisch kann für diese Menschen Erleichterung schaffen.

### CPAP beim Pferd

Bis vor kurzem war es nicht möglich, CPAP beim Pferd anzuwenden, da kein Gerät zur Verfügung stand, welches bei den grossen Atemvolumen von bis zu 4 Litern pro Sekunde einen positiven Druck aufrechterhalten konnte. Seit neuestem gibt es allerdings auch für das Pferd das erste Beatmungsgerät (Tafonius, Vetronics, UK), mit dem Kliniker diesen in der Humanmedizin zur Routine zählenden Modus anwenden können. Erste klinische Studien sind sehr erfolgreich und haben gezeigt, dass bei Pferden, die in Rückenlage operiert wurden, der Sauerstoffgehalt im Blut signifikant höher war als bei jenen, die ohne Verwendung von CPAP operiert wurden<sup>8</sup>.

### Eigene Forschung

Eine Studie, die im Frühling 2013 an der Vetsuisse Fakultät in Zürich mit der Unterstützung der «Stiftung Forschung für das Pferd» durchgeführt wird, soll die Auswirkungen von CPAP auf die Lunge und das kardiovaskuläre System des Pferdes nun genauer untersuchen. Dafür werden zehn Pferde je zweimal anästhesiert: einmal mit CPAP und einmal ohne CPAP. Mit den modernsten Mitteln, die in der Human- und Veterinär-anästhesie zur Verfügung stehen, werden die Pferde während der Anästhesie überwacht und verschiedene Parameter gemessen. Durch den anschliessenden Vergleich der Parameter kann bestimmt werden,

ob eine zukünftige, routinemässige Anwendung von CPAP beim Pferd klinisch sinnvoll ist. Sollten sich bei dieser kontrollierten Studie die Vorteile des CPAP-Modus beim Pferd bewahrheiten, könnte dies einen Durchbruch in der Pferdemedizin darstellen, der die häufigste Todesursache in der Anästhesie möglicherweise reduzieren kann.

### Referenzen

1. Johnston G, Eastment J, Wood J, et al: The confidential enquiry into perioperative equine fatalities (CEPEF): mortality results of Phases 1 and 2. Veterinary Anaesthesia and Analgesia 29:159-170, 2002.
2. Hedenstierna G, Edmark L: Mechanisms of atelectasis in the perioperative period. Best Pract Res Clin Anaesthesiol 24:157-169, 2010.
3. McDonnell WN, Hall LW: Functional residual capacity in conscious and anaesthetized horses. Br J Anaesth 46:802-803, 1974.
4. Nyman G, Funkquist B, Kvart C, et al: Atelectasis causes gas exchange impairment in the anaesthetized horse. Equine Vet J 22:317-324, 1990.
5. Mansel JC, Clutton RE: The influence of body mass and thoracic dimensions on arterial oxygenation in anaesthetized horses and ponies. Vet Anaesth Analg 35:392-399, 2008.
6. Wollmer P, Schairer W, Bos JA, et al: Pulmonary clearance of 99mTc-DTPA during halothane anaesthesia. Acta Anaesthesiol Scand 34:572-575, 1990.
7. Wettstein D, Moens Y, Jaeggli-Schmucker N, et al: Effects of an alveolar recruitment maneuver on cardiovascular and respiratory parameters during total intravenous anesthesia in ponies. Am J Vet Res 67:152-159, 2006.
8. Mosing M, Rysnik M, Bardell D, et al: Use of continuous positive airway pressure (CPAP) to optimise oxygenation in anaesthetized horses – a clinical study. Equine Veterinary Journal DOI: 10.1111/evj.12011, 2012.

### Impressum

#### Ausgabe Nr. 40, 4/2012

Newsletter für die Vereinsmitglieder, herausgegeben vom Verein Forschung für das Pferd in Zusammenarbeit mit der Stiftung Forschung für das Pferd. © 2003–12, alle Rechte vorbehalten.

Verantwortlich für den Inhalt: S. Mark, L. Anderes

Satz, Produktion: FocusedPublishing Druck: DT Druck-Team AG, Wetzikon

Korrespondenzadresse:

Verein Forschung für das Pferd  
Frau Gabriele Schmid  
Departement für Pferde der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich  
Winterthurerstrasse 260  
8057 Zürich

### Rückblick Herbstseminar

## Reiter, Sattel, Pferd – eine komplexe Dreiecksbeziehung

Am 17. November 2012 fand das diesjährige Herbstseminar des Vereins Forschung für das Pferd mit dem Thema «Reiter, Sattel, Pferd – eine komplexe Dreiecksbeziehung» statt. In der bestens für einen solchen Anlass geeigneten «Cavalier» in Uster konnte Vereinspräsident Lucas Anderes rund 70 Seminarsteilnehmer begrüßen, darunter eine stattliche Anzahl Trainer des Islandpferdeverbandes.

Nach einer kurzen Einführung in das Thema referierte Mike Weisheit zum Thema «Funktionelle Anatomie und Biomechanik des Pferderückens». In gewohnt fesselnder Art erfuhren die Teilneh-



mer unter anderem, dass sowohl Beckenbereich als auch Bauchmuskulatur für die Stabilität des Rückens sehr wichtig sind. Zudem sind hierfür auch nicht die grossen, unmittelbar unter der Hautoberfläche liegenden Muskeln, sondern die darunter, direkt an den Rückenwirbeln anliegenden kleinen, aber viel schwerer trainierbaren Muskeln von ausschlaggebender Bedeutung.

In ihrem Referat über «Diagnostik und Therapie von Rückenerkrankungen» wies Selma Latif anschliessend darauf hin, dass die meisten Rückenprobleme sekundärer Natur

und oft auf ein anderes, primäres, gesundheitliches Problem zurückzuführen sind. Für die Gesunderhaltung des Rückens ist nicht nur eine gleich seriöse Arbeit an der Hand wie unter dem Reiter ausschlaggebend, sondern vor allem auch eine vielseitige Ausbildung des Pferdes, wobei insbesondere das Klettern sowohl bergauf als auch bergab sehr wertvoll ist. Das Gewicht des Reiters hingegen erachtet die Referentin im Verhältnis zum Können desselben als eher nebensächlich.

Katja Geser-von Peinen knüpfte in ihrem Vortrag «Der Einfluss des Sattels auf die Gesundheit des Pferdes und den Sitz des Reiters» an diese Feststellung an, indem sie festhielt, dass der Sitz des Reiters die Druckverteilung des Sattels auf den Pferderücken massgeblich beeinflusst und leider viele Reiter ihr eigenes Können sehr schlecht einschätzen könnten. Bezüglich der Sattelunterlagen hielt die Refe-



seien immer ein Zeichen für eine Gewebeschädigung in diesem Bereich, für das Pferd schmerzhaft und damit stets ein Alarmzeichen. Doch nicht nur beim Vorliegen solcher Anzeichen, sondern mindestens einmal jährlich sollte auch der bestangepasste Masssattel vom Sattler überprüft werden.

Nicole Geiger fiel es in ihrem Referat «Der Sitz des Reiters» leicht, sich die Aufmerksamkeit der Zuhörer zu sichern, baute sie doch immer wieder praktische Übungen ein, die das Körperbewusstsein der Teilnehmer sensibilisierte. Des Weiteren wies die Referentin darauf hin, dass das Reiten vom bewegungstechnischen her sowohl für Pferd als auch Reiter ausgesprochen anspruchsvoll sei, werden doch alle Figuren in einem Dressurprogramm wie z.B. Pirouetten auf beide Seiten verlangt, währenddessen ein Eiskunstläufer seine Pirouetten immer auf die gleiche Seite dreht. Ein weiteres



Problem stellen auch die heutigen Pferde mit ihren «grossen» Gän- gen dar; es braucht auch einen Reiter, der überhaupt in der Lage ist, diesen Bewegungen zu folgen bzw. sie geschmeidig auszusitzen. Schliesslich muss sich der Reiter bewusst sein, dass ein Pferd Sitzfehler lange kompensieren kann, bis sich gesundheitliche Probleme zeigen. Auch deshalb ist Vorbeugen besser als Heilen.

Tatkräftig unterstützt von Gaby Schmid, Lea Ramseier und Nina Walden zeigte das Referententeam in der Mittagspause, dass es auch als





Servicefachpersonal über aussergewöhnliche Fähigkeiten verfügt. Als «Fassmannschaft» sorgte es dafür, dass alle zu einem ausgezeichneten Lunch kamen. Auch hierfür herzlichen Dank!

Am Nachmittag wurde an zwei «Versuchsobjekten» das am Morgen vermittelte Wissen in der Praxis demonstriert. Sehr schön konnte gezeigt werden, dass auch Pferde und Reiter mit gewissen körperlichen Defiziten bei korrekter und auf die entsprechenden Probleme abgestimmter Arbeit ein grosses Leistungspotential entfalten können. Bei letzteren ist es wichtig,

dass z.B. bei unterschiedlich langen Beinen der korrekte, mittige Sitz auf dem Pferd durch entsprechen-des Training und nicht durch eine ungleich lange Verschnallung der Bügel erreicht wird. Diese führt nur dazu, dass der Sattel einseitig belastet, an die Wirbelsäule des Pferdes gedrückt und letztlich verzogen wird. Anhand der Druckmessung konnte zudem sehr schön gezeigt werden, dass nicht nur zu harte, sondern auch zu weiche Kissen zu einem übermässigen Druck auf dem Pferderücken führen. Wichtig ist auch, dass der Reiter die Beweglichkeit seiner eigenen Wirbelsäule schult. Vor allem bei Jugendlichen

sei es erschreckend, wie steif diese teilweise seien, so dass sie z.B. nicht mehr in der Lage sind, einen «Katzenbuckel» zu machen. Auch den beiden Demonstrations-Reiterinnen mit ihren Pferden sei an dieser Stelle ganz herzlich gedankt.

Auch wenn viele Fragen zwangsläufig offen blieben oder sich den Teilnehmern erst beim «Verdauen» des Seminarstoffes zu Hause stellten, konnten doch sicherlich alle sehr von den kompetenten Ausführungen der Referierenden profitieren. Deshalb nochmals ganz herzlichen Dank an Alle!

Text: Lucas Anderes

Portrait Dr. Ulrich Stüssi

## Manager mit Leidenschaft für Pferde und Musik

In diesem Newsletter möchten wir die Gelegenheit nutzen, Ihnen ein neues Mitglied des Stiftungsrats der Stiftung Forschung für das Pferd näher vorzustellen: Dr. Ulrich Stüssi, den der Stiftungsrat auch gleich für das Amt des Vizepräsidenten gewinnen konnte.

Herr Stüssi, im letzten Jahr sind Sie dem Stiftungsrat der Stiftung Forschung für das Pferd beigetreten und neu auch Mitglied im Verein Forschung für das Pferd. Wie sind Sie auf die Stiftung aufmerksam geworden?

Ein Vertreter des Dekanats der Vetsuisse Fakultät der Universität Zürich hat mir auf einer Veranstaltung von der Stiftung Forschung für das Pferd erzählt und hatte das Gefühl, dass ich gut in den Stiftungsrat passen würde. Daraufhin habe ich mit Jörg Auer telefoniert, womit der direkte Kontakt hergestellt war. Dabei habe ich dann erfahren, dass Thierry Vontobel zu dieser Zeit ebenfalls Mitglied des Stiftungsrats war, ein guter, alter Bekannter von mir aus Militärzeiten.

Was war letztendlich ihre Motivation, dem Stiftungsrat beizutreten?

Ich finde es spannend, was die Stiftung macht. Und ich finde, dass man immer mal wieder etwas Neues machen muss. Mein Ziel im Stiftungsrat ist es nun, erstklassige Forschung und deren Finanzierung voranzutreiben



ben und dabei die Belange des Leistungssports und des Pferdewohls bewusst parallel anzugehen.

Reiten Sie selbst?

Ja, ich reite seit 1988. Ich bin zu dieser Zeit über ein gemeinsames Projekt mit meiner Tochter zum Reiten gekommen. Wir haben damals

angefangen, zusammen Reitstunden zu nehmen. Und wir reiten auch heute noch beide!

Woher kommt ihr besonderes Interesse am Pferd?

Ich reite einfach sehr gerne. Besonders geniesse ich dabei die tolle Beziehung zum Pferd. Seit 1½ Jahren habe ich nun auch ein eigenes Pferd, eine 6jährige Irish Hunter-Stute namens Matilda. Ich habe sie an einer Fuchsjagd bei Galway in Irland geritten und danach spontan erworben. Und zum eigenen Pferd ist die Beziehung noch sehr viel näher und intensiver als zum Schulpferd. Auch geniesse ich die Ausritte alleine mit meinem Pferd. Vielleicht liegt das Reiten bei uns aber auch im Blut (lacht). Mein Urgrossvater mütterlichseits war Pferdehändler und dann Zureiter bei der Armee.

Haben Sie noch andere Hobbys neben dem Reiten?

Ich gehe sehr gerne Bergsteigen und besteige jedes Jahr einige Viertausender. Letztes Jahr war ich zum Beispiel auf dem Matterhorn.

jung gestorben und seine Werke sind in Vergessenheit geraten; wir lassen sie jetzt wieder aufleben. Ich persönlich finde die Werke sensationell. Auch möchten wir junge Musiker fördern. Das erklärt auch die Zusammensetzung des Orchesters von 15 Berufsmusikern, 15 Musikstudenten und sechs Laien.

Eine andere Passion von mir ist die Förderung des Technologiestandorts Schweiz. Ich bin Initiant und Präsident der Initiative «TEK – Technologietransfer für KMU». Wir versuchen bei dieser Initiative, eine Verbindung zwischen den beiden Welten der industriellen KMU (=kleine und mittlere Unternehmen) und der ETH als Entwicklungsstätte neuer Technologien herzustellen, also eine Brücke für den Technologietransfer im Bereich Maschinenbau/Elektronik/Medizinaltechnik zu schlagen.

Früher war ich auch sehr in die Förderung von Start-up-Unternehmen involviert. So habe ich den «Business Angels Club, Zürich» gegründet und war auch einige Jahre dessen Präsident. Dis Business Angels Zürich fördern Start-up-Unternehmen, indem sie eine Plattform bieten, auf der Jungunternehmer geeignete Sponsoren finden können.

Was machen Sie beruflich?

Ich habe an der ETHZ Flugzeugbau studiert und meinen Dokortitel in angewandter Mechanik gemacht. Anschliessend habe ich sowohl in den USA als auch in China Erfahrungen in der Geschäftsführung gesammelt. Nun bin ich seit 20 Jahren im Verwaltungsrat von verschiedenen industriellen Unternehmen in der Schweiz tätig und zurzeit Geschäftsführer der Jossi AG in Frauenfeld.

Was macht die Jossi AG?

Die Jossi AG stellt Produkte im Bereich der Mechatronik her. Dabei begleiten wir unsere Kunden von

der Entwicklung von Prototypen bis hin zum marktreifen Produkt. Das Hauptaugenmerk liegt auf Präzisionssystemen im Bereich der Medizinal- und Labortechnik (z.B. Kühlaggregate, Handlingsysteme).



Üben Sie sonst noch irgendwelche besondere Tätigkeiten aus?

Nein, eigentlich ist es jetzt schon viel zu viel... . Vor allem das Orchester geht mental und physisch an die Grenzen meiner Leistungsfähigkeit. Die Führung eines Orchesters mit Berufsmusikern ist für mich als Laien-Musiker die schwierigste Aufgabe, die ich bislang übernommen habe. Allerdings auch die beste – das Gefühl ist sensationell!

Haben Sie zum Schluss noch einen speziellen Wunsch an unsere Mitglieder?

Es ist toll, dass der Verein so viele Mitglieder hat, die diese Initiative tragen. Mein Wunsch ist es, dass sich jeder dafür einsetzt, dass diese Basis noch weiter verbreitert werden kann.

Herr Stüssi, vielen Dank für das Gespräch – und natürlich viel Erfolg für ihr Engagement im Stiftungsrat!

Interview und Text: S. Kalchofner-Mark



Editorial

## Zum Jahresende

Liebe Leserinnen und Leser

Und wieder geht ein Jahr zu Ende. Wir als Verein und Stiftung Forschung für das Pferd können dabei auf ein erfolgreiches Jahr zurückblicken. Zwar merken auch wir die veränderte wirtschaftliche Situation, allerdings ist es uns trotzdem gelungen, wieder einige interessante Forschungsprojekte zum Wohl des Pferdes zu unterstützen. Dazu haben auch Sie alle einen Beitrag geleistet, wofür ich Ihnen im Namen des Vereinsvorstands und Stiftungsrats recht herzlich danken möchte!

Auch privat blicke ich auf ein ereignisreiches Jahr zurück: Ich habe geheiratet und erwarte im neuen Jahr mein zweites Kind! Meine veränderte familiäre Situation wird dann auch mit einer Veränderung einhergehen, die den Verein betrifft: ich habe mich dazu entschlossen, mit dem Ablauf meiner Amtszeit – d.h. mit dem nächsten Newsletter - mein Amt als Editorin des Newsletters niederzulegen, so dass ich mich vermehrt den neuen privaten Herausforderungen stellen kann.

Ich wünsche Ihnen und Ihren Pferden ruhige und besinnliche Festtage, in denen Sie Kraft für ihre persönlichen Veränderungen im neuen Jahr tanken können!

Herzlichst grüss

Silke K

Dr. Silke Kalchofner-Mark  
Geschäftsführerin  
Stiftung Forschung für das Pferd und  
Mitglied des Vereinsvorstandes

Luft ist lebensnotwendig

## Warum ist die Atmung während der Anästhesie von Pferden so ein Problem?

Dr. med. vet. Martina Mosing  
Vetsuisse Fakultät, Universität Zürich

Die Sterblichkeit bei der Anästhesie von Pferden ist trotz aller Fortschritte auch heute noch ungefähr 1000-mal höher als in der Humananästhesie. Die Haupttodesursache ist dabei ein Kreislaufversagen während der Operation, der sogenannte intraoperative, kardiovaskuläre Kollaps<sup>1</sup>. Der häufigste Grund für das Kreislaufversagen ist eine unzureichende Durchblutung und ein daraus folgender Sauerstoffmangel (= Hypoxie) der lebenswichtigen Organe, vor allem des Herzens. Dieser Sauerstoffmangel im Blut entsteht durch eine verminderte Sauerstoffaufnahme des Blutes in der Lunge. Die negative Beeinflussung der Sauerstoffaufnahme-fähigkeit des Blutes basiert beim Pferd dabei hauptsächlich auf dem Kollabieren von Teilen der Lunge.

Kollabierte Teile der Lunge werden als Atelektasen bezeichnet. In den Atelektasen findet kein Gasaustausch mehr statt (Abb. 1). Somit kann das Blut, welches durch



die atelektatischen Bereiche der Lunge fliesst, keinen Sauerstoff aufnehmen, was schliesslich zu der gefährlichen Hypoxie führt. Es gibt drei Ursachen für das vermehrte Auftreten von Atelektasen während der Narkose<sup>2</sup>:

1. Absorbtionsatelektasen hinter verschlossenen kleinen Atemwegen
2. Kompression des Lungengewebes
3. Verlust des Surfactant-Faktors oder dessen Funktion

### Absorbtionsatelektasen

Während der Anästhesie kommt es durch eine verminderte Anspannung der Atemmuskulatur zu einer Verringerung des Reservevolumens in der Lunge<sup>3</sup> und damit zu einem Kollabieren der kleinen Atemwege. In den Lungenbläschen (=Alveolen) hinter den verschlossenen Atemwegen findet weiterhin ein Gasaustausch statt, bis der

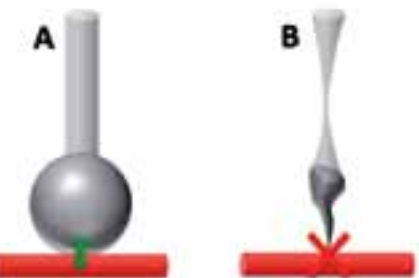


Abb. 1: Graphische Darstellung von zwei Lungenbläschen (=Alveolen).  
**A** Eine gut mit Luft versorgte Alveole. Über die Alveolarwand kommt es zum Gasaustausch mit dem Blut, wobei Sauerstoff in das Blut aufgenommen und Kohlendioxid aus dem Blut abgegeben wird.  
**B** Eine kollabierte Alveole hinter einem kollabierten Atemweg. Durch den Alveolar-kollaps (Atelektase) befindet sich kein Gas in der Alveole und es kann kein Gasaustausch stattfinden.

## Inhalt

Anästhesie: Problem Atmung 1–3  
Rückblick Herbstseminar 4–5  
Portrait: Dr. Ulrich Stüssi 5–6